

ANNÉE 1934

POUR LE

(Diplôme d'État)

PAR

né le 28 Septembre 1908 à FALTICENI (Roumanie)

MESURES DU RAYONNEMENT DE LA PEAU HUMAINE

Le Président : M. Léon BINET, Professeur

CORBEIL
LES IMPRESSIONS SCIENTIFIQUES
6 ET 7, RUE DE LA BARRE

1934

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1934

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

MOSCOVICI Efraim

né le 28 Septembre 1908 à FALTICENI (Roumanie)



MESURES DU RAYONNEMENT DE LA PEAU HUMAINE

Le Président : M. Léon BINET, Professeur

CORBEIL

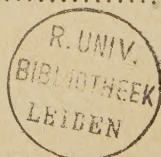
LES IMPRESSIONS SCIENTIFIQUES

6 ET 7, RUE DE LA BARRE

1934

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIÈRE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale.....	PROUST.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.....	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	CLERC.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale.....	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LOEPER.
Hygiène et médecine préventive.....	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée.....	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	CARNOT.
	BEZANÇON.
	ACHARD.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance.....	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants.....	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux.....	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses.....	LEMIERRE.
	LENORMANT.
	CUNEO.
Clinique chirurgicale	GRÉGOIRE.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGEANT.
Clinique de la Tuberculose.....	Léon BERNARD.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte.....	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULON
	OLIVIER.
	VERNE.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

ALAJOUANINE Neurologie et Psychiâtrie
BÉNARD Henri. Pathologie médicale.
BERNARD Etienne. Pathologie médicale.
BOULIN Pathologie médicale.
BROCQ Pathologie chirurgicale.
BULLIARD ... Histologie.
CATHALA..... Pathologie médicale.
CHABROL..... Pathologie médicale.
CHEVALLIER. Pathologie médicale.
DOGNON..... Physique.
DONZELOT... Pathologie médicale.
FEY..... Urologie.
GALLIARD Parasitologie.
GASTINEL Bactériologie.
GATELLIER... Pathologie chirurgicale.
DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie chirurgicale.
GAYET Physiologie.
GIROUD..... Histologie.
HAGUENAU ... Pathologie médicale.
HALPHEN..... Oto-rhino-laryngologie.
HAZARD Pharmacologie.
HUGUENIN... Anatomie pathologique.
JOANNON..... Hygiène.
LABBÉ (Henri). Chimie biologique.
LACOMME Obstétrique.
LANTUÉJOL. Obstétrique.

MM.

LAROCHE (Guy) Pathologie médicale.
LEMAIRE Pathologie expérimentale.
LEVEUF Pathologie chirurgicale.
M^{lle} J. LÉVY ... Pharmacologie.
LÉVY-VALENSI. Neuro-psychiâtrie.
MOREAU Pathologie médicale.
MOULONGUET Pathologie chirurgicale.
MOUQUIN Pathologie médicale.
OBERLING Anatomie pathologique.
PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale.
PIÉDELIEVRE. Médecine légale.
PORTES..... Obstétrique.
QUÉNU..... Pathologie chirurgicale.
RICHET..... Physiologie.
SANNIÉ Chimie biologique.
SÈNÈQUE Pathologie chirurgicale.
SÉZARY..... Dermatologie et syphiligraphie.
TROISIER..... Pathologie expérimentale et comparée.
TURPIN..... Pathologie médicale.
VALLERY-RADOT
 (Pasteur) Pathologie médicale.
VELTER Ophtalmologie.
VIGNES Obstétrique.
WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
BUSQUET..... Pharmacologie.
CHAILLEY-BERT.. Physiologie.

MM.

LEROUX Anatomie pathologique.
NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
ZIMMERN..... Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.		MM.	
ABRAMI.....	} Clinique médicale.	GUÉNIOT.....	} Clinique obstétricale.
AUBERTIN....		LE LORIER ...	
BRULÉ.....		LÉVY-SOLAL ..	
CHIRAY.....		METZGER.....	
DUVOIR.....			
HARVIER.....			
LIAN.....			

MM.	
BASSET.....	} Clinique chirurgicale.
CADENAT.....	
HEITZ-BOYER.	
MOCQUOT....	
MOURE.....	
SCHWARTZ....	

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé....	Stomatologie.
FREY.....	Éducation physique.
LEDoux-LEBARD.....	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ.....	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

*Faible témoignage d'amour et
de reconnaissance filiale.*

A MA GRAND'MÈRE

A MA FEMME

Témoignage de profonde affection.

A MES FRÈRES

A MES BEAUX-PARENTS

A MON BEAU-FRÈRE

A TOUTE MA FAMILLE

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR LÉON BINET

Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Paris

*Qui a bien voulu nous faire le
grand honneur de présider notre
thèse.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ GUY LAROCHE

*Qui nous a accueilli dans son
service et nous a guidé de ses con-
seils éclairés.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR JEAN SAIDMAN

Directeur de l'Institut d'Actinologie

*Qui nous a inspiré le sujet de
cette thèse, qui nous en a fourni
les éléments, et qui nous a tou-
jours témoigné son intérêt.*

A MES MAITRES DES HOPITAUX

Mesures du rayonnement de la peau humaine

par le Dr MOSCOVICI Efraïm

INTRODUCTION

Pour maintenir son équilibre thermique, l'organisme humain doit dépenser une quantité de chaleur égale à celle qu'il produit.

La déperdition calorique se fait par plusieurs voies, dont deux principales : la vaporisation d'eau et le rayonnement de la peau.

Bénédict estime qu'un homme adulte dépense environ 1500 calories par 24 heures au repos, dont 930 par rayonnement et 570 par vaporisation, à une température de 25°.

Pour Lefèvre, la perte minima de chaleur est de 1.600 cal. par 24 heures dont 1.000 éliminées par rayonnement et 600 par vaporisation.

La chaleur rayonnée, qui peut être mesurée à l'aide du thermomètre, constitue la chaleur sensible; cependant que la chaleur de vaporisation qui ne pourrait être connue autrement que par la pesée, constitue la chaleur latente de vaporisation. Pour un sujet au repos, la chaleur latente de vaporisation est presque constante, cependant que la chaleur rayonnée, qui subit l'influence de la température extérieure, constitue la variable de déperdition calorique.

La perte totale de chaleur en 24 heures peut être déterminée d'après la formule de Benedict : $Ch = R - 570$.

Q = Quantité de chaleur par 24 heures;

R = Chaleur rayonnée;

570 = Chaleur latente de vaporisation.

Au travail, les rapports entre la chaleur rayonnée et la chaleur perdue par vaporisation sont changés. La chaleur perdue de vaporisation s'accroît beaucoup plus rapidement que la chaleur rayonnée.

La chaleur perdue par rayonnement constitue environ 75 % de la déperdition calorique totale chez l'homme adulte au repos. La formule de Benedict permet d'ailleurs de déterminer exactement la perte totale de chaleur chez un sujet dont on pourrait connaître la chaleur rayonnée par toute la surface cutanée.

Il est malheureusement très difficile de mesurer le rayonnement intégral de la peau et ceci à cause de la distribution inégale de la chaleur. Il faudrait mesurer l'énergie rayonnée par un nombre infini de points

très rapprochés, et dans tous les sens, et additionner les résultats ainsi obtenus. Dans un travail récent, Bohnenkamp a essayé de déterminer de cette façon la quantité de chaleur perdue par rayonnement par plusieurs sujets, et a trouvé en moyenne environ 950 cal. par 24 heures, chiffre qui se rapproche de celui de Benedict. Ce genre de mesures est cependant très difficile, et comporte des calculs longs et compliqués. On pourrait simplement mesurer le rayonnement d'un certain nombre de points judicieusement choisis sur toute la surface de la peau, en faire la moyenne, et déterminer de cette façon le rayonnement moyen de la peau. Le rayonnement moyen de la peau, obtenu par ce procédé serait forcément approximatif, mais permettrait d'étudier les variations de la chaleur rayonnée par la peau, sous l'influence d'un certain nombre de facteurs tels que le travail, l'alimentation, certaines affections, etc...

Nous avons mesuré dans le service de M. Guy Laroche, le rayonnement cutané chez un certain nombre de sujets, tant au repos qu'après le travail. Nous avons essayé de déterminer l'action des vêtements, du travail et de certaines affections glandulaires sur le rayonnement de la peau.

Nous rapportons ici les résultats des mesures de rayonnement cutané faites de novembre 1933 à mars 1934 à l'aide de l'appareil construit par le Dr Saidman.

Nature de la chaleur rayonnée. Lois du rayonnement

Les rayons émis par la peau sont des infra-rouges de grandes longueur d'onde, qui sont réfléchis par les métaux, mais absorbés par le verre. Ils traversent en quantité notable le mica en feuilles de quelques microns et le sel gemme.

La plupart des auteurs qui se sont occupés de l'étude de la chaleur rayonnée par la peau, se sont demandés si le rayonnement cutané suivait les lois physiques du rayonnement ou non.

Dans leurs travaux récents, sur la température cutanée, Bramigk, Cobet et Benedict arrivent à la conclusion que la peau humaine rayonne comme un corps noir.

Cobet et Bramigk ont fait des mesures de rayonnement de la peau et se sont servi pour étalonner leur pile thermo-électrique, d'une boîte métallique noircie dont ils avaient remplacé une des parois par un lambeau de peau de cadavre. Cette boîte était remplie d'eau à une température voulue, et l'on mesurait ensuite le rayonnement de la peau. A la suite de ces mesures, Cobet et Bramigk ont remarqué que le rayonnement de la peau de cadavre était identique à celui du corps noir.

Une expérience de Saidman paraît démontrer que la peau humaine rayonne réellement comme un corps noir. Il plonge la main dans un bain à 38° et après l'avoir retiré et essuyé rapidement, il mesure son

rayonnement à l'aide d'une pile thermo-électrique spécialement construite.

Ensuite, il mesure le rayonnement d'un corps noir (une boîte métallique noircie au noir de fumée) rempli d'eau à 38°.

Les déviations de l'aiguille du galvanomètre relié à la pile sont les mêmes dans les deux expériences, ce qui prouve que la peau de la main rayonne comme un corps noir ayant la même température.

Il résulte que la peau comme tous les corps noirs, à la propriété d'émettre par rayonnement le maximum d'énergie calorique et absorber le maximum de l'énergie rayonnée par les corps qui l'entourent.

Les mesures d'absorption et d'émission de l'infra-rouge par la peau faites par Sonne, par Hansen et par Saidman, montrent qu'en effet la peau se comporte comme un corps noir.

Le rayonnement de la peau comme celui de tout corps noir, est proportionnel à la quatrième puissance de sa température absolue d'après la loi de Stephan.

En réalité le corps humain se trouve entouré d'un nombre d'objets qui rayonnent à leur tour, les uns comme des corps noirs, les autres comme les vitres, glaces ou surfaces polies suivant d'autres lois. Il ne s'agit pas dans ce cas seulement de déperdition calorique par rayonnement, mais d'un bilan entre l'énergie rayonnée d'une part, et l'énergie absorbée d'autre part.

Le bilan de rayonnement, dans ces conditions est proportionnel toujours d'après la loi de Stephan à la différence des quatrièmes puissances entre la température absolue de la peau et la température absolue de l'air.

$$Q = k (T^4 - t^4)$$

Q = chaleur rayonnée en calories;

T = température absolue de la peau;

t = température absolue de l'air ambiant.

La loi de Stephan montre que le rayonnement de la peau comme celui de tout corps noir peut être connu si l'on connaît sa température cutanée et la température extérieure et inversement, la température moyenne de la peau peut être connue si l'on connaît le nombre de calories rayonnées par la peau et la température extérieure. Nous voyons que la chaleur rayonnée par la peau est directement proportionnelle à la température cutanée et que par conséquent, toute variation de la température moyenne amène une variation dans le même sens de la quantité de chaleur rayonnée. Dans nos mesures, nous avons comparé le rayonnement de la peau avec celui d'un corps noir dont nous connaissions la température et déterminé de cette façon la température de la peau.

HISTORIQUE

Des mesures de la température cutanée ont été entreprises depuis cent ans environ, soit à l'aide des thermomètres à mercure, soit avec des piles thermo-électriques.

Le premier auteur qui s'est occupé de la question paraît avoir été l'anglais Davy (1814).

On peut citer parmi les premiers, les travaux de Becquerel et Breschet (1838); de Brown-Séquard et Lombard (1868) et la thèse de Gassot (1873) en France; ceux de Hankel, de Kunkel et de Rubner (1895) à l'étranger.

Plus récemment, Lefèvre, Cobet et Bramigk, et surtout Benedict se sont occupés des mesures de la température cutanée.

La thèse de Seligman (1925) rapporte les résultats d'une série de recherches sur la température cutanée faite à l'aide de l'appareil de Benedict.

Les premières mesures faites avec des thermomètres à mercure ont dû être abandonnées : les thermomètres mettaient trop longtemps à prendre la température de la peau, malgré les diverses modifications de la forme des réservoirs.

Les mesures faites avec des piles thermo-électriques, sont certainement plus rapides, mais non exemptes d'erreurs.

Le frottement de la soudure chaude contre la peau peut modifier les résultats, de même que les courants de convection au niveau de la peau. La peau humide pourrait aussi agir en provoquant un courant électrique dû au fait que l'eau de transpiration est chargée de sel.

C'est pour éviter ces causes d'erreur que certains auteurs ont essayé de mesurer la chaleur rayonnée par la peau à distance. Ils se sont servis pour cela de piles thermo-électriques dont la soudure chaude était protégée par un écran transparent aux rayons infra-rouges de grande longueur d'onde. L'échauffement de la soudure chaude produit une différence entre la température de celle-ci et celle de la soudure froide, ce qui fait naître un courant électrique qui peut être mesuré à l'aide d'un galvanomètre.

Rubner a employé cette méthode pour mesurer l'action des vêtements sur la perte de chaleur par rayonnement de la peau.

Les mesures du rayonnement de la peau à distance permettent de juger si tel point de la peau rayonne plus qu'un autre, sans donner la possibilité de fixer en valeur absolue soit quel est le nombre des calories rayonnées, soit quelle est la température de la surface rayonnante.

Pour ce faire, il faudrait comparer le rayonnement de la peau avec celui d'une autre surface, qui aurait les mêmes propriétés, qui se trouverait dans les mêmes conditions et dont on connaîtrait la température.

Saidman a annexé à son appareil de mesures un corps noir constitué par une boîte métallique noircie, qu'on peut porter à une température voulue. C'est en comparant le rayonnement de certains points de la peau avec celui du corps noir, qu'on peut obtenir la température de la peau.

Description de l'appareil

L'appareil de Saidman est une pile thermo-électrique formée de douze éléments de constantan soudés à un alliage de nickel chromé, à lames épaisses de 2 à 5 mm., amincies au voisinage de la soudure. La pile comporte en outre deux masses métalliques connectées aux soudures froides qu'elles entourent complètement et percées par ailleurs d'une gouttière qui reçoit le réservoir d'un thermomètre. Les masses métalliques ont été adjointes dans le but d'amoinrir l'échauffement de la soudure froide et de permettre l'application du thermomètre.

La soudure chaude est protégée par une fenêtre en sel gemme en plaques de 5 mm. d'épaisseur, qui laisse passer environ 64 % du rayonnement de la peau à 33°. La pile se trouve à une distance de 3 cm. de la fenêtre et de 5 cm. de la peau. En appliquant la source de chaleur devant le filtre, le rayonnement qui traverse celui-ci chauffe la soudure correspondante. Il se produit un courant électrique qui est proportionnel à la différence des températures entre la soudure froide et la soudure échauffée. Le courant produit est assez intense pour être mesuré à l'aide d'un millivoltmètre ordinaire.

Etalonnage

Pour déterminer en valeur absolue la température d'une surface rayonnante, il faut la comparer à une autre dont le rayonnement soit identique et qui se trouverait à la même température extérieure.

Il est généralement admis que la peau humaine rayonne comme un corps noir; on peut donc étalonner le galvanomètre à l'aide d'un corps noir dont on détermine, par ailleurs, la température. Saidmann a annexé à son appareil un corps noir constitué par une boîte métallique noircie au noir de fumée. On remplit cette boîte d'eau à une température voulue et on agite. On peut, en appliquant la pile, déterminer la déviation du galvanomètre pour une température donnée du corps noir. En faisant plusieurs mesures de la température du corps noir, on peut déterminer ensuite le nombre de divisions galvanométriques correspondant à un degré de température.

Technique des mesures

Pour obtenir la température de la peau dont on a mesuré le rayonnement, on procède de la façon suivante :

On remplit d'eau la boîte métallique qui nous sert de corps noir, et, après avoir bien agité l'eau, on prend la température à l'aide d'un thermomètre à mercure.

La température de l'eau étant connue, on mesure le rayonnement du corps noir.

Au cours des mesures, il faut reprendre deux à trois fois le rayonnement du corps noir pour des températures variables.

A chaque mesure, il faut marquer la température de la soudure froide.

Supposons que le corps noir est porté à une température de 36° et que son rayonnement mesuré en divisions galvanométriques est de 33 divisions, 5 pour une température des soudures froides de 25° .

Une deuxième mesure du rayonnement du corps noir rempli d'eau à 33° cette fois, donnerait 23,7 divisions pour une température des soudures froides de 25° . (Les chiffres correspondent aux mesures faites le 7 février 1934.)

Pour une différence de 3° de température, on obtient une différence de 9,8 divisions galvanométriques, ce qui fait 3,3 divisions par degré de température.

Corps noir — 36°	— 33,5 div.
Corps noir — 35°	— 33,7
3°	9,8 div.
1° —	3,3 div.

En faisant ensuite des mesures du rayonnement de la peau, on transforme les déviations galvanométriques obtenues en températures équivalentes, en les comparant aux températures du corps noir.

Ainsi, si l'on obtient pour un point de la peau 26 div. (la température des soudures froides étant toujours de 25°), le rayonnement mesuré dépasse de 2 div. 3 celui d'un corps noir de 33° . Une simple division nous indique que 2,3 divisions galvanométriques correspondent à $0^{\circ}6$ environ.

La température du point mesuré est, par conséquent, de $33^{\circ}6$.

C.N. 33°	— 23,7 div.
Mes. peau	226 div.
	2,4 div.

Mes. peau : $33^{\circ}6$.

Il faut prendre certaines précautions pour que les résultats des mesures ne soient pas faussés.

1° L'étalonnage doit être fait au cours des mesures pour que la température extérieure soit la même.

2° Il faut, avant de commencer, laisser l'appareil avec son thermomètre pendant un certain temps (15 à 30 minutes) à la température de la pièce où l'on travaille.

3° Les deux ou trois premières mesures sont légèrement élevées; il ne faut pas en tenir compte.

4° Si, au cours des mesures, on laisse l'appareil se reposer pendant un certain temps (—2-3' au plus), il faut, avant de commencer, l'échauffer de nouveau. De cette façon, l'ensemble de la pile est toujours à la même température; on obtient la déviation de l'aiguille du galvanomètre au bout de 25 à 30'. Il faut un peu plus de temps pour qu'elle revienne à 0.

Il faut noter que, malgré les masses métalliques volumineuses connectées aux soudures froides, la température de ces soudures s'élève légèrement. Les masses métalliques réduisent cet échauffement des soudures froides à un tiers environ.

Pour corriger l'erreur qui en résulterait, nous avons mesuré au début et à la fin de la matinée le rayonnement du corps noir étalon maintenu à la même température. Pendant ce temps la soudure froide s'est échauffée. La différence entre la température des soudures froides et de la soudure chauffée diminue, le rayonnement est moindre.

Nous avons déterminé de cette façon que pour une augmentation de : 1° de la température des soudures froides, la déviation de l'aiguille du galvanomètre diminue de 0.8 à 1 *division*, ce qui correspond à 0°25-0°3 (erreur : 1/20°).

ETALONNAGE DU 7 FÉVRIER 1934

$$C N = 33^{\circ} = 30 \text{ d. } 5 \text{ (22.5 +)}$$

$$C N = 33^{\circ} = 26 \text{ d. } (26.5)$$

$$4 \text{ d. } 5 \text{ pour } 4^{\circ}$$

$$1^{\circ} = 1 \text{ d. } 1$$

$$C N = 30^{\circ} = 20 \text{ (22.8)}$$

$$C N = 30^{\circ} = 16.1 \text{ (26.8)}$$

$$3 \text{ d. } 9 = 4^{\circ}$$

$$1^{\circ} = 1 \text{ div.}$$

Cette correction une fois faite, nous obtenons des résultats absolument comparables en ramenant les températures des soudures froides à la même valeur.

Nous avons l'habitude de prendre la température des 18 points sui-

vants : front, joue, cuir chevelu, région sous-claviculaire, région sous-mammaire, épigastre région para-ombilicale, fosse iliaque, cuisse face antérieure et postérieure jambes, faces antérieure et postérieure, pied face plantaire et dorsale.

Nous nous sommes contentés de prendre, une seule fois, la mesure du rayonnement des points symétriques, en supposant que le point opposé rayonne de la même façon. Il existe cependant des différences entre les températures des points symétriques comme l'ont montré les mesures de température cutanée de Oehler, Cobet et de Coste. Ces différences, plus marquées au niveau des extrémités et chez les sujets nus, s'atténuent chez les personnes habillées. Cobet chiffre à $0^{\circ}2-0^{\circ}3$ l'écart moyen entre les températures des points symétriques chez les sujets habillés et à une température de 22° environ. La température moyenne calculée ne varie presque pas si l'on se contente de prendre qu'une seule fois les mesures du rayonnement des points symétriques.

Benedict est arrivé, après un grand nombre de mesures, à une conclusion identique et ne prend qu'une seule fois la température des points symétriques.

Pratiquement, nous procédons de la façon suivante : Nous mesurons le rayonnement des régions symétriques du côté droit pour la face antérieure et du côté gauche pour la face postérieure; de cette façon, l'écart est plus atténué et la température moyenne obtenue est celle que l'on obtiendrait si l'on mesurait le rayonnement des deux côtés.

Les figures 1, 2, 3 et 4 représentent schématiquement la distribution topographique de la chaleur rayonnée.

Voici l'ordre dans lequel la température des différents points a été mesurée et figurée au tableau :

- 1) front; 2) joue; 3) thorax (région sous-claviculaire).
- 3) thorax (région sous-mammaire); 4) épigastre.
- 5) région para-ombilicale; 6) fosse iliaque; 7) dos, partie supérieure.
- 8) dos, partie moyenne; 9) région lombaire; 10) région fessière.
- 11) cuir chevelu; 12) cuisse, face antérieure; 13) cuisse, face postér.
- 14) jambe, face antérieure; 15) jambe, face postérieure.
- 16) pied, face dorsale; 17) pied, face plantaire.

Le rayonnement de la peau est plus intense au niveau du tronc qu'au niveau de la tête et des membres. Le cuir chevelu rayonne beaucoup moins que la peau nue qui l'entoure. Les cheveux agissent comme les vêtements, en protégeant la peau contre une déperdition de chaleur trop élevée.

Au niveau du tronc, les régions qui rayonnent le moins sont, pour la face antérieure, le sein, surtout chez les femmes; et, pour la face postérieure, la région fessière.

Chez trois obèses, nous avons trouvé les régions para-ombilicales, la

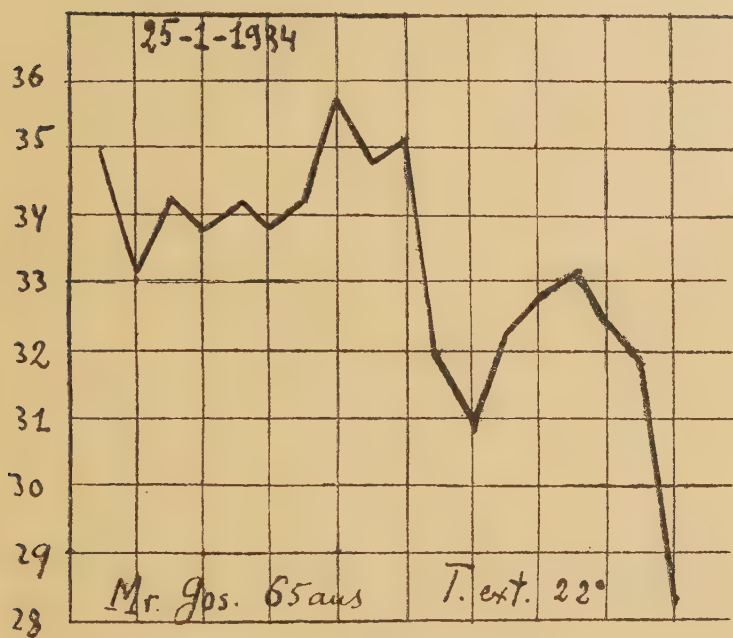


Fig. 1

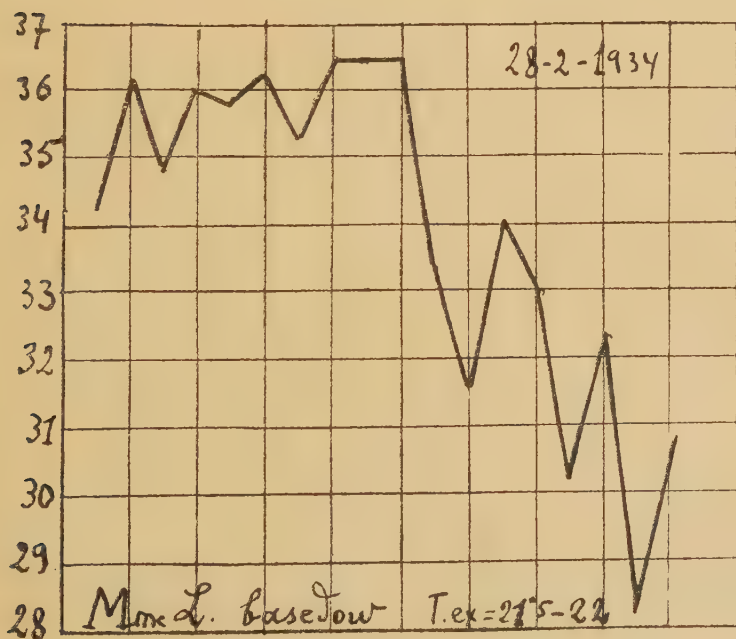


Fig. 2

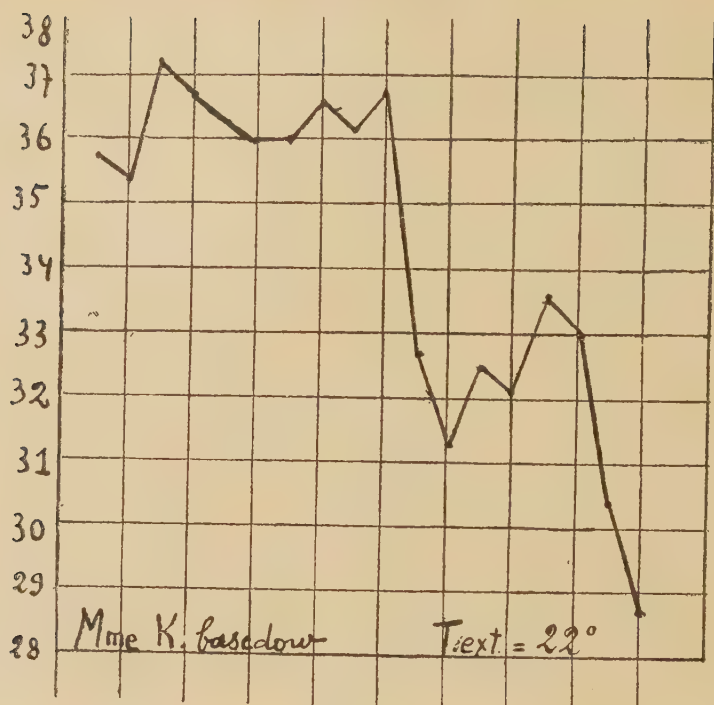


Fig. 3

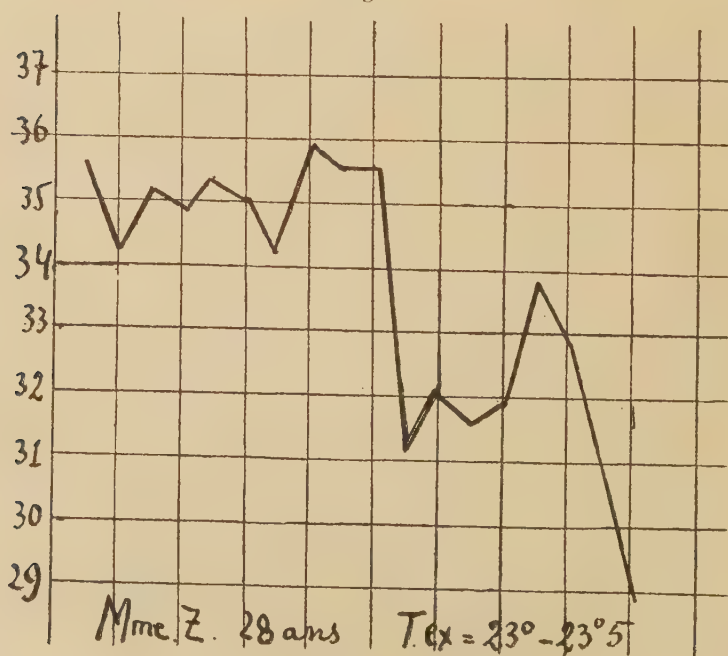


Fig. 4

fosse iliaque et la région fessière beaucoup plus froides que chez les autres sujets.

	Mme H. 101 kg) 24-1-34 (1 m. 58,	Mme L. 80 kg) 1-2-34 (1 m. 54,	Mme F (83 kg) 20-2-34
Sous le sein	36°1	35°	35°8
Epigastre.	35°8	34°7	34°7
Ombilic.	32°1	33°4	32°9
Fosse iliaque	33°	32°3	33°4
Dos.	35°	35°	36°3
Fesses.	32°5	32°8	32°

Le sein, la région fessière et, chez les obèses, l'abdomen, sont les parties du corps où le tissu graisseux est le plus abondant et dont le bilan de rayonnement est le plus réduit. Pour s'expliquer cette réduction du rayonnement, il faut supposer que le rayonnement cutané provient d'une région plus profonde que le tissu adipeux sous-cutané, et qu'il est en partie arrêté par la graisse. Il est probable que les rayons infra-rouges émis par la peau puissent provenir de muscles qui sont abondamment vascularisés.

Nous avons cherché si la peau rayonne davantage au niveau du cœur ou du foie, qu'au niveau de points symétriques, sans pouvoir trouver une différence quelconque.

Si l'on compare les résultats des mesures de la chaleur rayonnée chez les sujets normaux et chez les basedowiens, on remarque que, chez ces derniers, la température cutanée est plus élevée, surtout au niveau du tronc, cependant que les membres ne rayonnent pas beaucoup plus que normalement.

La température cutanée au niveau du tronc est de 34°-35° chez les sujets normaux cependant qu'elle s'élève à 35°-37° chez les basedowiens. Au niveau des extrémités, les températures sont presque identiques dans les deux cas. Nous avons même trouvé chez certains basedowiens, des températures plus basses au niveau des membres inférieurs.

Une lecture rapide des graphiques qui représentent les variations topographiques des températures de la peau, permet de constater que, chez les basedowiens, les écarts des températures extrêmes sont beaucoup plus grands. La courbe s'étend davantage en hauteur.

Rôle des vêtements

Le bilan du rayonnement de la peau est modifié par les vêtements. Les mesures de calorimétrie directe ont montré que le rayonnement de la peau est réduit de beaucoup par les vêtements.

D'Arsonval a constaté que la déperdition par rayonnement passait de 79 calories par heure chez le sujet habillé, à 124 calories-heure chez le sujet nu. Le coefficient de protection des vêtements serait donc de 1,57. Bergonié a fait des mesures de la température d'un buste en cuivre rempli d'eau à 37° et a trouvé que si le buste était habillé, sa déperdition calorique diminuait de beaucoup plus. Le coefficient de protection des vêtements serait, d'après lui, de 1,90. Il est certain qu'un buste en cuivre ne pourrait pas rayonner de la même façon que le corps humain puisqu'il n'est pas un corps noir. Rubner a fait aussi une série de recherches sur la protection vestimentaire, à l'aide des mesures du rayonnement de la peau, et a trouvé une augmentation de la perte de chaleur rayonnée chez le sujet nu. Ayant mesuré la température de la peau chez un sujet habillé d'abord et nu ensuite, pour étudier l'action du refroidissement, il trouve que pour une température normale dans une pièce chauffée, la température d'un point de la peau est (au niveau du thorax) de 30°1 chez le sujet nu et de 32°3 chez le sujet habillé.

Il y a donc une différence de 2°2.

Benedict a suivi, à l'aide de son thermomètre, le refroidissement de la peau chez un sujet qui se déshabille dans une pièce à 17°.

La température d'un point, à 7 centimètres au-dessus de l'ombilic, passe de 32°8 au moment de se déshabiller à 26°8 après 1 h. 30, ce qui fait une différence de 6 degrés.

La température extérieure était de 17°.

La même expérience a été faite par Seligman, à 20°, qui trouva une température initiale de 34°8
et, après 30 minutes, 32°4,

ce qui donne un refroidissement de 2°4.

Benedict a mesuré, par ailleurs, les variations de la température moyenne de la peau chez un sujet qui se déshabille et reste ensuite nu au laboratoire à la température de 14°. La différence entre la température cutanée primitive et celle obtenue après une et deux heures et demie de séjour au laboratoire était de 4° environ.

La protection vestimentaire paraît être réalisée par la couche d'air chaud que les vêtements créent autour du corps. En effet, la température de l'air que nous avons mesuré sous les couvertures à une certaine distance de la peau, était de 28°5-29° généralement quand la température de la pièce était de 23°.

Guy Laroche et Saidman ont montré l'action protectrice des vêtements en mesurant le rayonnement d'un sujet habillé directement sur la peau, puis successivement sur la chemise, le gilet et la veste.

Voici les résultats obtenus, qui prouvent que le bilan du rayonnement extérieur du sujet est réduit considérablement par la présence des vêtements.

	Divis. galv. Rayonnement	Température correspon- dante
Peau au-dessous du sein.....	45	35°
Flanelle.	32.5	30°
Chemise couvrant la flanelle.....	26.5	28°
Gilet.	17.5	24°
Veston.	3.5	19°5

Métabolisme de rayonnement. — Température moyenne.

Le bilan du rayonnement des différents points sur la peau est variable, plus élevé pour certaines régions; il diminue pour d'autres. On pourrait mesurer le rayonnement d'un certain nombre de points et, en faisant la moyenne, obtenir le rayonnement moyen de la peau, qui correspondrait au « *métabolisme de rayonnement* » de l'ensemble de la peau.

Pour avoir le rayonnement moyen réel de la peau, il faudrait mesurer le rayonnement partiel d'une infinité de points ou de régions très rapprochées et ceci en un temps très court pour que le rayonnement ne puisse pas changer.

On peut cependant prendre le rayonnement d'un certain nombre de points convenablement choisis, de façon à avoir une moyenne arbitraire qui pourrait se rapprocher de la vraie moyenne de rayonnement, impossible à déterminer avec précision.

Nous avons l'habitude de prendre la moyenne du rayonnement sur un certain nombre de points correspondant à diverses régions du corps. Pour que l'on puisse les comparer, nous exprimons la valeur du rayonnement en température équivalente d'un corps noir.

La température cutanée moyenne déterminée de cette façon est nécessairement arbitraire, et plus ou moins rapprochée de la température moyenne réelle.

Les divers auteurs qui ont étudié la température de la peau se sont efforcés de calculer la température moyenne.

Certains se sont contentés de déterminer la moyenne par régions; d'autres ont essayé de trouver le rapport des surfaces des diverses régions de la peau pour obtenir la température moyenne.

Depuis les mesures faites par Du Bois, on connaît le rapport des surfaces du tronc et des membres entre elles et il est possible de prendre pour chaque région un nombre de points proportionnel à sa surface. Il existe cependant des grandes différences entre les divers sujets, dues à la différence de taille et de poids. Nous avons suivi les rapports des surfaces trouvées par Du Bois. Nous n'avons, malheureusement, pas pu mesurer le rayonnement au niveau des membres supérieurs, et ceci à cause de certaines difficultés techniques.

De cette façon, nos températures moyennes, calculées à l'aide du rayonnement de la peau, sont légèrement plus élevées que celles de Benedict.

La température moyenne trouvée, bien qu'arbitraire, nous permet d'étudier l'action des divers facteurs extérieurs (travail, alimentation, affections locales ou générales) sur le rayonnement calorique de la peau

Influence des repas sur le bilan de rayonnement

Il est admis que les protéines et les graisses augmentent l'activité dynamique spécifique.

Les recherches de Guy Laroche et de Saidman montrent qu'il n'y a pas une augmentation proportionnelle du métabolisme de rayonnement.

Voici un tableau du rayonnement de la peau chez deux femmes, avant le repas, aussitôt après et 3 heures ensuite.

On remarque qu'aussitôt après le repas, le rayonnement paraît diminuer et qu'il augmente ensuite.

Voici les températures moyennes avant et après les repas. Nous avons mesuré, en même temps, leur déperdition calorique par la méthode respiratoire.

	Température moyenne		Bilan en calories	
	avant le repas	3 heures après le repas	avant	après
Mme C... ..	33°7	33°3	+8 %	+16 %
Mme M... ..	33°6	34°3	+8 %	+37,5 %
M. H... ..	33°1	33°7	-9 %	+37 %

Chez un homme de 50 ans, un repas de 150 gr. viande, 50 gr. beurre et 100 gr. de pain fait passer la température moyenne de la peau de 33°1 à 33°7, cependant que son métabolisme de base passait de -9 à jeun à +37 après le repas.

Il faudrait tenir compte, dans l'interprétation de ces résultats, du fait que la température extérieure peut changer légèrement du matin à 3 heures de l'après-midi. Pour établir d'une façon très précise l'action des aliments, il faudrait faire les mesures de rayonnement dans une pièce à température constante. D'une façon générale, on remarque que le métabolisme de rayonnement, après le repas, paraît diminuer légèrement, mais augmente ensuite.

Chez deux sujets (Mme M... et M. H...), l'ingestion de 150 gr. de viande, 50 gr. de beurre et 100 gr. de pain produit une élévation de la température moyenne de la peau de six dixièmes de degré pour l'un et de un degré pour l'autre. Chez le troisième (Mme C...), nous avons noté un abaissement de la température moyenne de trois dixièmes de degré. Le métabolisme basal était d'ailleurs beaucoup plus élevé après le repas

	11 heures	13 heures	16 h. 30	10 h. 30	15 heures
	Mme C., 29 ans, T. pulmonaire			Mme M., 34 ans, grosse	
	T. extérieure : 22° env.			T. extérieure : 22° env.	
	Ray. Temp.	Ray. Temp.	Ray. Temp.	Ray. Temp.	Ray. Temp.
Front.	26,5 32°6	28. 33°8	27. 33°4	30,5 33°9	31. 35°
Joue.	29. 33°6	29,5 34°2	27. 33°4	31,1 34°	33. 35°8
Cuir chevelu	13,7 27°5	23,2 31°8	19,4 30°4	16,7 28°6	18,5 29°8
Région sous-clav.	30 34°	29,5 34°2	29. 34°2	34,1 35°2	—
Sein.	29. 33°6	23,6 31°9	—	36,2 36°1	33. 35°8
Rég. sous-mammaire	35,5 36°2	—	30. 34°6	33,7 35°1	36. 37°
Epigastre.	33,2 35°3	29,7 34°4	30. 34°6	33,5 35°	35,3 36°6
Région sous-ombilicale	32,2 34°9	28,8 34°1	32. 35°4	30,7 33°9	30,5 34°8
Fosse iliaque	33,3 35°3	28. 33°8	33,2 35°8	34,8 35°5	34,8 36°5
Dos partie supérieure	35,8 36°3	31,2 34°9	31,5 35°2	36. 36°	34. 36°2
Dos partie moyenne	36,3 36°5	30,3 34°5	31,5 35°2	34. 35°2	33,6 36°
Dos région lombaire	36. 36°4	31,5 35°1	34,6 36°8	33,5 35°	33,8 35°8
Région fessière	29. 33°6	24,6 32°3	22,5 31°6	23,2 31°1	25. 32°6
Cuisses (face antérieure)	23,4 31°4	24. 32°	24,2 32°7	23. 31°	23. 31°8
Cuisses (face postérieure)	27. 32°8	21,6 31°	17,4 30°6	26,7 32°5	28. 33°7
Jambes (face antérieure)	29,5 33°8	23. 31°6	26,2 33°1	26. 32°2	27,2 33°4
Jambes (mollets)	23,2 31°3	21,5 31°	17,5 30°6	24. 31°6	23. 31°8
Pieds (face dorsale)	14,6 27°9	19. 30°	13,3 28°1	21,5 30°4	20,2 30°8
Pieds (face plantaire)	15,2 28°1	12,5 27°4	11,3 27°3	13,2 27°2	15,4 28°6
Températ. moyenne (15 pts)	33°7		33°3	33°6	34°3
Bilan en calories (cal. h. m ²)	40		43	40	51°3
Etalonnage	C.N. 35° = 32,5	33° = 26d,5	33° = 26d.	35° = 32,5	33° = 26d.
	33° = 27,5				
	1° = 2,5				

(Mesures faites avec la pile P. 3)

pour les deux premiers (+37 % et 37,5 %) que pour le troisième (+16 %).

L'influence du travail.

Le travail augmente de beaucoup le bilan d'énergie.

Un homme adulte qui, à l'état de repos, dépense 2.187 calories par 14 heures, augmente sa déperdition jusqu'à 3.458 calories pour un travail modéré et à 5.120 calories pour un travail intense (200.000 kgm). (D'après Atwater.)

La déperdition se fait, soit par rayonnement, soit par évaporation cutanée ou pulmonaire. Au repos, le rayonnement est le principal facteur de déperdition calorifique. On a chiffré la chaleur rayonnée à environ 75 % de la déperdition totale.

Au travail, la respiration cutanée et l'évaporation pulmonaire augmentent beaucoup, ce qui réduit la part du rayonnement dans le bilan d'énergie. Voici, d'après Atwater, le nombre de calories rayonnées et dépensées par évaporation pour un travail modéré et un travail intense à une température de 20°.

Bilan d'énergie

Repos. — Rayonnement : 1.651 cal. = 75 %.

Evaporation pulmonaire et cutanée : 515 cal. = 23,5 %.
(100.000 kgm.).

Travail modéré. — Energie moyenne : 2.272 cal. = 65 %.

Evaporation : 1.160 cal. = 31,5 %.

Travail intense. — Rayonnement : 2.618 cal. = 51 %.

Evaporation : 1.927 cal. = 37,6 %.

On voit donc que, d'après Atwater, la chaleur rayonnée s'élève au travail (de 1.651 cal. à 2.618 cal.), mais beaucoup moins que la chaleur perdue, par évaporation, qui passe de 515 cal. à 1.927 cal.

De cette façon, le pourcentage du rayonnement dans le bilan total d'énergie est diminué (de 75 % à 51 %).

Les mesures directes du rayonnement à l'aide de l'appareil de Saidman permettent-elles de retrouver cette augmentation du rayonnement pendant le travail?

Nos recherches portent sur trois sujets deux hommes et une femme. Le travail consistait en une course de 5 minutes à la température du laboratoire, sauf pour le premier des sujets auquel nous avons fait monter et descendre un escalier pendant 5 minutes environ (jusqu'à essouffement).

Le tableau suivant donne les résultats de nos mesures.

M. C... (jeune sportif), 26 ans. T. est. : 2 1/0.

Travail. — Montée et descente d'un escalier pendant 5 minutes.

	Avant le travail	Après le travail	
	Rayonnement	Rayonnement	
Joue.	26.5	30.2	La température des soudures froides a été ramenée à 23°.
Front.	32	38	
Thorax I.	29	27	
Sous le sein.	29	27	
Ombilic.	31.2	30.5	<i>Etalonnage du C.N.</i> 30° = 11 d. (Température de la soudure froide). 36° = 27.5 5° = 16°5 1° = 3 d. 3
Dos I.	37,2	30,8	
Dos II.	36	31	
Cuisse ant.	25	29	
Cuisse post.	29	29.5	
Mollet.	26	28	
Pied.	3	22	

Température moyenne des 15 points : 35° après le travail.

Il résulte de ces chiffres que le rayonnement s'élève après le travail au niveau des membres inférieurs et de la joue et qu'il diminue au niveau du tronc.

Le tableau suivant donne les résultats des mesures de rayonnement faites avant et après le travail chez deux autres personnes, dont une basedowienne âgée de 46 ans et un tabétique de 65 ans dont le métabolisme basal était normal.

Mme K... (basedow), 46 ans.

Temp. ext. : 21°5 à 22°.

(Marche rapide : essoufflement).

M. G..., 65 ans

Temp., 23°.

(Marche rapide : essoufflement).

	Avant	Après	Avant	Après
Front.	38,5	—	—	—
Joue.	37,5	—	—	—
Thorax.	43.4	36	34	33.2
Sous sein	41.4	40	32.5	33
Ombilic.	39.5	38	32.5	32.5
F. iliaque	40.6	37	34	33.6
Dos I	41.4	37.4	39	36
Dos II	40	41.4	36.2	36.2
Région lombaire	41.5	40.5	37.2	33.6
Fesses.	28.4	—	26.5	28.8
Cuisses antérieures	27.6	32.1	27.7	31
Cuisses postérieures	28.4	32	29.6	35
Jambe antérieure	26.2	32.1	30.5	—
Mollet.	29.5	38	25.9	34.5
Pied.	15.5	17.5	13.9	25.5
Moyenne de 15 points	34.7	34.9	30.6	30.9
Température moyenne	34.2	33.2	33.6	33.7

Les mesures locales sont exprimées en déviations galvanométriques pour une température des soudures froides ramenée à 23°.

Il est facile de transformer les déviations galvanométriques, en température, à l'aide du corps noir étalon.

Nous avons calculé seulement la température moyenne avant et après le travail. Comme il s'agit de mesures comparatives, et que les conditions des expériences étaient toujours les mêmes, nous n'avons pas transformé le rayonnement de chaque point mesuré en température équivalente.

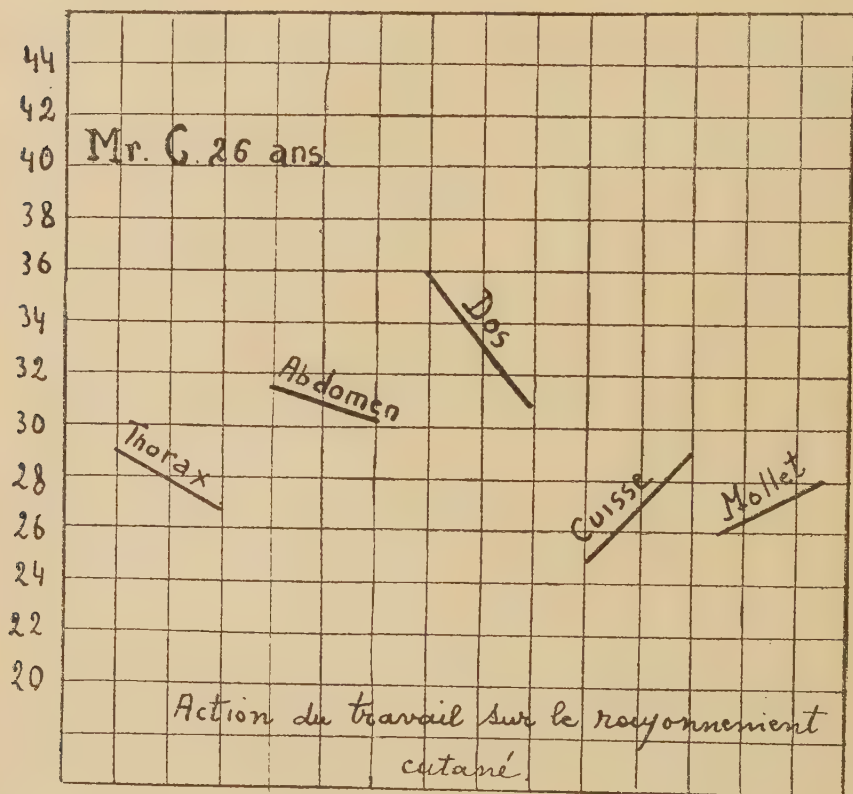


Fig. 5

Après une course rapide de 5 minutes, le rayonnement de la peau s'élève au niveau des membres inférieurs, et surtout au niveau des mollets. A distance, par contre, on note un affaiblissement du rayonnement; la peau se refroidit. Ces modifications de l'intensité du rayonnement cutané paraissent plus marquées chez les basedowiens que chez les sujets ne présentant pas de troubles thyroïdiens.

Jusqu'à ces dernières années, cette chute paradoxale du rayonne-

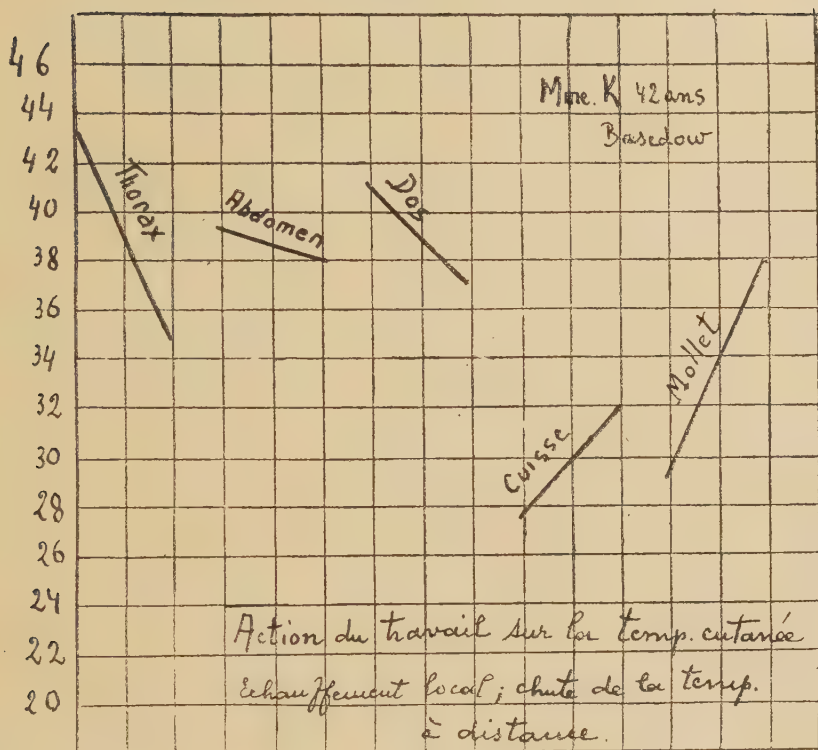


Fig. 6

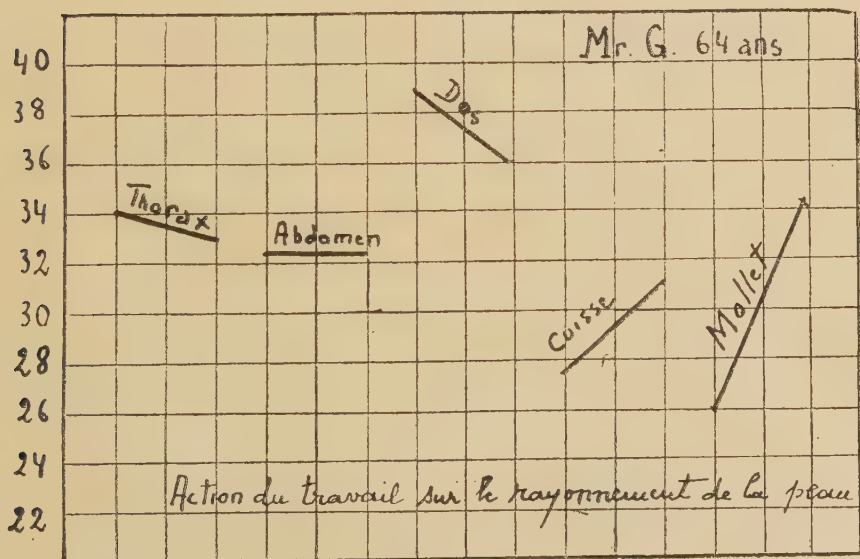


Fig. 7

ment de la peau après le travail n'avait pas été connue par les auteurs qui se sont occupés des mesures de la température cutanée.

Tous les auteurs cités par Cobet dans son article paru en 1926, avaient trouvé que la température de la peau s'élève après le travail.

Ce n'est que ces dernières années que Benedict, à la suite d'une série de recherches sur l'action du travail sur la température de la peau trouve que la course à pied et le canotage font monter la température de la peau au niveau des membres et l'abaissent au niveau du tronc.

Seligman rapporte, dans sa thèse, une série d'expériences à la suite desquelles il conclut aussi que la température de la peau s'élève localement, au niveau des muscles qui travaillent, mais s'abaisse à distance.

Comment expliquer ce refroidissement de la peau à distance qui paraît paradoxal?

Tant que les mesures de la température cutanée ont été faites avec l'appareil de Benedict, appliqué directement sur la peau, on pouvait se demander si la vaporisation d'eau chargée de sel; plus intense dans certaines régions, ne pouvait pas faire naître un courant de sens contraire à celui provoqué par l'échauffement de la pile.

Cette explication n'est plus valable pour les mesures faites à distance, la pile étant protégée par un écran.

On pourrait supposer que l'évaporation d'eau très intense à distance provoque un refroidissement de la peau, cependant qu'au niveau des muscles qui travaillent, la vaporisation moindre permet de mesurer l'augmentation du rayonnement plus grande à ce niveau.

Les figures 5, 6, 7 montrent les variations du rayonnement de 5 points, dont 3 au niveau du tronc et 2 au niveau des membres inférieurs après une course de 5 minutes. On voit qu'au niveau du mollet le rayonnement est de beaucoup le plus élevé. La température moyenne calculée après le travail paraît très peu modifiée.

Les mesures du rayonnement de la peau faites une heure après le travail, montrent que les régions refroidies reviennent à peu près à leur température normale cependant qu'au niveau des muscles qui ont travaillé, le rayonnement qui avait augmenté continue à rester élevé.

TROISIEME PARTIE

Le métabolisme de rayonnement à l'état normal et pathologique

La déperdition calorique minima estimée à 1.500 calories environ chez les sujets normaux, est plus élevée dans certains états pathologiques, abaissée dans d'autres.

On sait que les dépenses caloriques des basedowiens sont plus élevées qu'à l'état normal; et que, par contre, chez les myxœdémateux, la déperdition de chaleur est réduite.

Les mesures de température cutanée faites par Rubner, Cobet et par Seligman, montrent qu'en effet la peau des sujets atteints de la maladie de Basedow, est plus chaude qu'à l'état normal. Les auteurs cités ont comparé la température d'un certain nombre de points pris sur la peau des sujets normaux, avec celle des points symétriques chez les basedowiens et ont trouvé des différences de 1° et plus.

Il serait intéressant de savoir si la température de la peau est uniformément élevée chez les basedowiens et s'il existe un rapport entre la température moyenne de la peau et la déperdition calorique totale.

Dans un travail récent, Bohnenkamp a essayé de mesurer la température moyenne de la peau chez un certain nombre de personnes et de déterminer leurs pertes caloriques à l'aide de la température moyenne.

Bohnenkamp admet, comme la plupart des auteurs, que la peau humaine rayonne comme un corps noir. Partant de la loi des corps noirs qui permet de calculer le nombre de calories dépensées par un corps dont on connaît la température, l'auteur a essayé de mesurer les pertes totales de chaleur du corps humain, après avoir mesuré sa température moyenne. A la fin de son travail, l'auteur donne une courbe qui permet de trouver le nombre de calories dépensées correspondant à telle température moyenne de la peau.

Les expériences de Bohnenkamp ont été faites à une température ambiante de 25° et ses sujets étaient complètement nus. La température moyenne déterminée dans ces conditions est de 29°5 à 30° environ pour une personne normale.

Nous avons essayé de mesurer la température cutanée chez un certain nombre de sujets habillés se trouvant à une température ambiante de 22° environ. Parmi ces personnes se trouvaient des bien portants, des basedowiens et des myxœdémateux.

La température de la peau mesurée avec la pile thermo-électrique de Saidman, est plus élevée chez les basedowiens que chez les sujets normaux; elle est abaissée chez les myxœdémateux.

La moyenne des températures des 18 points mesurés paraît ne pas varier chez les sujets ayant un métabolisme basal normal; elle est plus

élevée chez les basedowiens. Ses variations paraissent suivre de près celles du métabolisme de base.

Le tableau donne les températures locales et la température moyenne chez trois sujets ayant un métabolisme basal normal, dont deux femmes âgées de 28 et 30 ans et un homme âgé de 64 ans. Leurs dépenses caloriques mesurées avec l'appareil de Benedict sont de 36-37 calories par heure et mètre carré et leur température moyenne de 33°3 environ. Tous les trois étaient au repos, recouverts, et à une température de 22°-23°.

Leurs températures moyennes par régions sont :

	Mlle Ca...	Mme Z...	M. Go...
<i>Tête.</i>	33°5	33°8	33°
<i>Tronc.</i>	35°	34°9	34°5
<i>Membres.</i>	31°4	31°4	31°7

Nous avons mesuré dans les mêmes conditions la température de la peau chez quatre malades atteintes de la maladie de Basedow. Leurs températures locales sont rapportées dans le tableau. Voici leurs températures par régions et leurs pertes caloriques totales mesurées par la méthode des échanges gazeux.

	Temp. moyenne	Temp. ext.	Mét. bas.
<i>Mme Kol...</i> , 1/2 1934	34°3	22°	53 cal. h. m ²
<i>Mme Lach...</i> , 28/2 1934 ..	34°	23°	49 cal. h. m ²
<i>Mme Rod...</i> , 24/1 1934 ..	34°	22°	51 cal. h. m ²
<i>Mme Den...</i> , 1/2 1934.....	34°2	22°5-23°	53 cal. h. m ²

Si l'on compare les températures régionales des trois premiers sujets d'une part, et des quatre basedowiens d'autre part, on remarque que la température de la peau chez ces derniers est surtout élevée au niveau du tronc.

	Mme Rod	Mme K.	Mme D.	Mme Lach
<i>Tête.</i>	34°	34°2	34°8	33°9
<i>Tronc.</i>	36°1	36°4	36°	36°4
<i>Membres.</i>	30°5	31°	31°4	32°1

La température moyenne du tronc est de 36° degré environ chez les basedowiens cependant que chez les personnes ayant un métabolisme normal, la température du tronc ne dépasse pas 34°5-35°.

La température des membres inférieurs, n'est pas plus élevée chez les basedowiens; on remarque seulement chez eux une grande irrégularité dans la répartition topographique de la température. Certaines régions sont très chaudes, d'autres beaucoup plus froides, les écarts des

températures extrêmes au niveau des membres étant beaucoup plus grands que chez les sujets normaux.

Les températures cutanées dont nous avons parlé plus haut ont été mesurées dans les mêmes conditions, à une température de 22°-23°. Certaines autres mesures ont été faites à 21°, 24° et même 25°.

Chez deux sujets normaux dont les mesures de la température cutanée ont été faites à 25°, les moyennes régionales étaient de :

	Tête	Tronc	Membres
<i>M. Pi...</i>	33°7	35°4	33°5
<i>M. De...</i>	33°9	35°7	32°9

Les températures régionales mesurées dans les mêmes conditions, chez une basedowienne âgée de 36 ans et une myxœdémateuse de 50 ans sont :

	Tête	Tronc	Membres
<i>Mme Du...</i>	35°7	36°4	32°4
<i>Mme Ca...</i>	33°3	34°2	32°

Comme dans le premier exemple, on voit que chez les basedowiens le rayonnement cutané est élevé surtout au niveau du tronc; chez les myxœdémateux c'est encore au niveau du tronc que le rayonnement de la peau est le plus abaissé. La température des extrémités ne varie pas beaucoup chez les basedowiens, les sujets normaux et même les hypothyroïdiens. Au contraire, c'est surtout au niveau des extrémités que se fait sentir l'action de la température extérieure. Si l'on compare les températures régionales des trois sujets normaux examinés à 22° et des deux autres vus à 25°, on remarque que la température moyenne par régions est plus élevée de :

0°5 à 0°9 au niveau de la tête.

0°7 à 1°3 au niveau du tronc.

1°4 à 2° au niveau des extrémités.

Les températures moyennes des 4 personnes que nous avons examinées à 25° sont et leurs dépenses caloriques :

<i>Mme Ca...</i>	33°4	23	cal. h. m ²
<i>Mme De...</i>	34°4	39.5	cal. h. m ²
<i>Mme Du...</i>	35°6	56	cal. h. m ²
<i>M. Pi...</i>	34°5	40	cal. h. m ²

Il est évident que la température moyenne déterminée suit les variations de la déperdition calorique totale. Peut-on déterminer, d'après la température moyenne mesurée, quelles sont les dépenses caloriques d'une personne? Théoriquement, la chose est possible. Si les lois des

corps noirs s'appliquent à la peau, on peut obtenir le nombre des calories dépensées par rayonnement d'après la loi de Stephan :

$$C = 1,36 (T^4 - T^4).$$

C = chaleur rayonnée.

T = température absolue du corps noir.

t = température absolue du milieu ambiant.

Une fois la chaleur dépensée par rayonnement connue, on peut calculer les dépenses caloriques totales d'après la formule de Benedict.

En pratique, il est difficile de procéder de cette façon.

1) La température mesurée n'est pas la température moyenne réelle elle tend seulement à s'en rapprocher.

2) La température ambiante est très difficile à déterminer et peut varier pendant les mesures.

On pourrait cependant essayer de construire une courbe des variations de la température moyenne en fonction des dépenses caloriques. Cette courbe permettrait de trouver les dépenses caloriques d'un sujet dont on déterminerait la température moyenne.

Nous n'avons pas pu réunir un nombre suffisant de mesures faites à la même température pour essayer de construire la courbe. Il est cependant très probable que des mesures de la température moyenne de la peau faites dans un milieu à température constante pourraient donner des renseignements intéressants sur la température moyenne de la peau.

	Mlle Cass 22 ans 24 janv. 1934 Temp. 22°5		M. Goss 65 ans 25 janv. 1934 Temp. 22° à 22°5		Mme Z 28 ans 8 février 1934 Temp. 23°	
	—		—		—	
	Ray.	Temp.	Ray.	Temp.	Ray.	Temp.
Front.	40.	36°1	36.5	35°	35.5	35°4
Joue.	34.6	34°5	30.5	33°2	30.7	34°
Cuir chevelu	19.5	29°9	23.	30°9	24.2	32°
Thorax (sous-clav.)	39.5	36°	34.	34°3	34.	34°9
Région sous-mammaire	37.	35°2	32.5	33°8	33.	34°6
Epigastre.	35.5	34°4	33.7	34°2	33.4	35°
Région sous-ombilic.	30.	33°1	32.5	33°8	33.6	34°8
Fosse iliaque	32.5	33°8	34.	34°3	30.7	34°
Dos (partie supérieure)	39.	35°8	39.	35°8	36.4	35°7
Dos (partie moyenne)	39.5	39°	36.2	34°9	35.4	35°3
Région lombaire	39.6	36°	37.2	35°2	35.4	35°3
Région fessière	17.5	29°3	26.5	32°	20.6	30°9
Cuisse (face antérieure)	28.5	32°6	27.7	32°3	22.	31°3
Cuisse (face postérieure)	33.5	34°2	29.7	32°9	29.7	33°6
Jambes (face antérieure)	23.5	31°2	30.5	33°2	22.5	31°5
Jambes (face postérieure)	32.	33°7	30.9	32°4	26.7	32°7
Pieds (face dors.)	—	—	26.	31°9	19.7	30°6
Pieds (face plant.)	12.	27°7	13.8	28°1	13.7	28°8
Températ. moyenne (15 pts)	33°3		33°3		33°5	
Calories h. m ²	36.9		37.		36.	
Etalonnage	34° = 33d.		34° = 33d.2		34° = 30.9	
	31° = 23d.				29° = 14d4	
	1° = 3d3				1° = 3d3	

	24-1-1934		31-1-1934		1-2-1934		28-2-1934	
	Mme R. (basedow) 42 ans Temp. : 21°5—22° —		Mme D. (basedow) 42 ans Temp. 22°5—23° —		Mme Lach. (basedow) 42 ans Temp. : 21°5—22° —		Mme K. (basedow) 42 ans Temp. : 22° —	
	Div. galv.	Temp.	Div.	Temp.	Div.	Temp.	Div.	Temp.
Front.	40.	35°8	38.5	36°3	34.7	34°2	38.5	35°5
Joue.	38.	35°2	32.5	34°5	40.7	36°1	37.5	35°2
Cuir chevelu.	23.8	31°	31.	34°	25.7	31°5	23.6	31°2
Rég. sous-clav.	44.	37°	37.6	36°	36.7	34°8	43.4	37°2
Rég. sous-mammaire .	43.	36°8	37.6	36°	40.7	36°	41.4	36°6
Epigastre.	41.7	36°3	37.7	36°	40.	35°8	40.4	36°5
Rég. sous-ombilic. ..	39.2	35°6	39.	36.4	41.3	36°2	40.5	36°2
Fosse iliaque	39.5	35°7	40.7	36°9	38.3	35°3	40.6	36°3
Dos (partie sup.) . . .	41.4	36°2	40.2	36°8	41.9	36°4	41.4	36°6
Dos (partie moyenne).	41.5	36°2	39.2	36°5	42.	36°4	39.9	36°2
Rég. lombaire	41.5	36°2	40.2	36°8	42.	36°4	41.4	36°6
Rég. fessière	38.6	35°4	28.5	33°2	32.	33°4	28.4	32°7
Cuisse (face antérieure)	28.7	32°4	26.	32°4	34.5	34°1	27.6	32°4
Cuisse (face postér.) .	29.7	32°7	38.5	36°3	30.2	32°8	31.5	33°5
Jambe (face antér.).	26.8	31°9	24.	31°9	30.3	32°9	26.2	32°1
Jambe (face postér.).	23.6	30°9	27.	32°9	29.3	32°6	29.5	33°
Pied (face dorsale) ..	18.	29°	11.6	28°1	14.7	28°2	20.6	30°3
Pied (face ant.)	17.	28°3	8.5	27°8	22.3	30°6	15.5	28°7

C. N.	=	34°=34d.	34°=31d.	34°=34d.	34°=35d.
Tempér. moy.	=	34°	34°4	34°	34°2
M. B.	=	51 cal. h.m ²	53 cal. h.m ²	49 cal. h.m ²	53 cal.

	M. Desch 25 ans		M. P... 25 ans		Mme Gon...	
	9 janvier 1934		10 janv. 1934		10 janv. 1934	
	Temp. ext. : 25°		Temp. ext. : 25°5		Temp. ext. : 25°	
	—		—		—	
	Ray.	Temp.	Ray.	Temp.	Ray.	Temp.
Front.	23.	35°2	21.7	35°2	22.5	35°4
Joue	21.5	34°6	22.2	35°3	19.8	34°1
Cuir chevelu	13.	31°2	12.	31°4	10.	30°6
Rég. sous clav.	23.6	35°5	24.4	36°2	22.5	35°4
Rég. sous-mammaire.	24.	35°7	23.3	35°8	24.	36°1
Epigastre.	24.5	36°	22.5	35°4	22.	35°3
Rég. sous-ombilic.	21.7	34°8	25.6	36°7	23.8	36°
Fosse iliaque	25.1	34°7	24°7	36°5	24.	36°1
Dos (partie supérieure)	24.	35°7	26.	36°8	25.3	36°
Dos (partie moyenne)	23.5	35°	24.1	36°1	21.5	35°1
Rég. lombaire	26.	36°5	22.2	35°3	25.8	36°8
Rég. fessière	22.	34°9	16.2	33°	19.	34°1
Cuisses (face ant.)	20.	34°	20.8	34°4	15.5	32°8
Cuisses (fac. post.)	22.7	35°2	17.4	33°4	16.5	33°2
Jambes (face ant.)	19.7	33°8	19.	34°1	19.	30°3
Jambes (mollet)	20.6	34°3	18.3	33°8	10.8	31°
Pied (face dorsale)	20.5	34°2	13.	31°8	15.	28°7
Pied (face plantaire)	8.5	29°4	6.5	29°3	15.	28°7
Température moyenne	34°5		34°5			
Etalonnage C. N.	33° = 17d.5		34° = 18.8			
	34° = 20.1		32° = 13d.5		32° = 13d.5	
	1° = 2d.6		1° = 2d.6			

CONCLUSIONS

La chaleur perdue par le rayonnement de la peau constitue environ 75 % de la perte totale d'énergie chez un sujet au repos dans une atmosphère de 20° environ.

Les mesures du rayonnement de la peau peuvent donner des renseignements intéressants sur la déperdition de la chaleur.

On admet que le corps humain rayonne comme un corps noir.

Il perd le maximum d'énergie calorique par rayonnement et prend à son tour le maximum de chaleur rayonnée par les objets qui l'entourent. Il s'établit de la sorte un bilan d'énergie rayonnée entre la peau et les objets environnants.

Le rayonnement de la peau peut être mesuré à distance à l'aide des piles thermo-électriques protégés par un écran transparent aux rayons infra-rouges. En comparant le rayonnement de la peau avec celui d'un corps noir étalon dont on connaît la température, on peut déterminer la température des diverses régions de la peau.

Une série de recherches sur la température de la peau chez un certain nombre de sujets bien portants et malades, nous ont permis d'étudier la répartition topographique du rayonnement, l'action des vêtements, de l'alimentation et du travail sur la température de la peau. Il résulte de ces mesures :

1) Que le rayonnement cutané est plus élevé au niveau du tronc, plus réduit au niveau de la tête et des membres. Les extrémités sont toujours plus froides. Les régions où la graisse est abondante rayonnent moins que les régions voisines; la graisse constituant une sorte d'écran qui arrête les rayons venant de profondeur.

2) Les vêtements protègent la peau contre une trop grande déperdition calorique en diminuant le rayonnement.

3) Les aliments n'ont pas une action bien nette sur le rayonnement de la peau qui augmente dans certains cas, reste stationnaire dans d'autres.

4) Le travail musculaire peut accroître le rayonnement localement, au niveau des muscles qui travaillent, mais provoque un abaissement du rayonnement à distance.

Nous avons mesuré la température d'un certain nombre de points choisis sur toute la surface de la peau; nous en avons fait la moyenne et obtenu un résultat qui rapproche la température moyenne de la peau.

La température moyenne ainsi déterminée ne varie pas beaucoup chez les sujets normaux au repos et à la même température extérieure.

La température moyenne est élevée chez les hyperthyroïdiens et ses variations suivent de près celles du métabolisme basal.

Vu : *Le Président de Thèse,*
LÉON BINET.

Vu : *Le Doyen,*
ROUSSY.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
CHARLETY.

BIBLIOGRAPHIE

- F. G. BENEDICT, W. R. MILES et Alice JOHNSON. — The temperature of the human skin. *Proc. Nat. Acad. Sc.*, 1919, t. 5, pp. 218-222.
- F. G. BENEDICT, E. L. FOX et M. L. BAKER. — The surface temperature of the elephant, rhinoceros and hippopotamus. *Am. Journ. Physiol.*, 1921, t. 56, pp. 464-474.
- F. G. BENEDICT, L. BENEDICT et E. DU BOIS. — Skin temperature and heat lost. *Proc. Mat. Acad. Sc.*, 1925, t. 11, pp. 371-378.
- F. G. BENEDICT. — Die Temperatur der menschlichen Haut. *Asher-Spiro's Ergebnisse der Physiologie*, 1925, t. 24, pp. 594-617.
- F. G. BENEDICT, S. COROPATCHINSKI et Mary FINN. — Etude sur les mesures de température de la peau. *Journ. Physiol. et Pathol. gén.*, 1928, t. 26, pp. 1-15.
- F. G. BENEDICT, S. COROPATCHINSKI et Mary FINN. — Measurement of skin temperature of humans. *Leopoldina Amerikaband.*, 1929, t. 4, pp. 129-145.
- F. G. BENEDICT et H. S. PARMANTER. — Human skin temperature as affected by muscular activity, exposure to cold, and wind movement. *Amer. Journ. of Physiol.*, 1929, t. 87, pp. 633-655.
- H. BOHNENKAMP et H. W. ERNST. — Untersuchungen zu der Grundlagen des Energie und Stoffwechsels. *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. 228, pp. 40-62, 1931.
- H. BOHNENKAMP et W. PASQUAY. — Untersuchungen zu den Grundlagen des Energie und Stoffwechsels. *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. 228, pp. 63-99, 1931.
- H. BOHNENKAMP. — Über Strahlungsverluste des Menschen. *Klin. Wehnschrift.*, 1931, t. 10, pp. 1745-1751.
- R. COBET. — Die Hauttemperatur des Menschen. *Asher Spiro's Ergebnisse der Physiologie*, 1926, t. 25, pp. 439-516.
- R. COBET et F. BRAMIGK. — Messung des Warmerverluste des menschlichen Haut. und ihre klinische Bedeutung. *Arch. clin. med.*, 1924, t. 45, pp. 45-60.
- A. D'ARSONVAL. — Nouvelle méthode de calorimétrie humaine. *Arch. de Physiol.*, 1894, t. 9, pp. 138-140.
- J. COSTE. — Variations thermiques en des points symétriques du corps. *C. R. Soc. Biol.*, 1931, t. 107, p. 1131.
- J. GASSOT. — Des températures locales de l'économie et de leurs variations à l'état pathologique. *Thèse méd.*, Paris, 1873.
- Guy LAROCHE et J. SAIDMAN. — Sur le métabolisme de rayonnement : action des vêtements, action des repas. *C. R. Soc. de Biol.*, 1934, t. CXV, N 2.

- Guy LAROCHE, J. SAIDMAN et E. MOSCOVICI. — Action du travail sur le rayonnement de la peau. *C. R. Soc. de Biol.*, 1934, t. CXV, N° 8.
- J. LEFÈVRE. — Chaleur humaine et bioénergétique. *Paris*, 1911.
- J. LEFÈVRE. — Chaleur humaine et bioénergétique. *Traité de Physiologie Roger et Binet*, 1929, t. 8, p. 353.
- J. SAIDMAN. — Sur la technique des mesures du rayonnement thermique de la peau. *C. R. Ac. des Sciences*, 1933, t. 197, p. 1204.
- RUBNER. — *Arch. f. Hygiène*, 1895, t. 23, p. 13.
- A. SELIGMAN. — Mesures thermo-électriques des températures cutanées. *Thèse méd., Paris*, 1928.
- E. SLUITER et A. VAN RIJNBERG. — Le rayonnement de la peau chez l'homme. *Neerlandisch tidschrift f. Geneeskunde*, 1926.
- F. B. TALBOT. — Die Haut temperatur und ihre Beziehung zur Warmerregulation des Körpers. *Klin. Wochenschrift*, 1933, t. 12, pp. 809-814.
-

